



# Milieus Divisés et Méthodes Numériques



Niveau d'étude  
BAC +4



ECTS  
5 crédits



Composante  
Faculté des  
Sciences

## En bref

- > **Méthode d'enseignement:** En présence
- > **Ouvert aux étudiants en échange:** Non

## Présentation

### Description

Ce cours donne une introduction générale sur 1) la physique et à la mécanique des milieux divisés et 2) leur modélisation aux travers des méthodes discrètes (DEM). Le caractère multi-échelle d'un matériau divisé est discuté depuis l'échelle microscopique (interactions de contacts), jusqu'à l'échelle macroscopique (échelle de la structure). Une description phénoménologique du comportement macroscopique ainsi que les propriétés microscopiques sont discutées pour les états statique, quasi-statique et d'écoulement des milieux granulaires. Des modèles micro-mécaniques et des approches de type changement d'échelles basées sur des analyses adimensionnelles, des grandeurs moyennées, sur les transmissions des efforts et l'existence d'anisotropies sont introduits. L'influence des propriétés des particules et des interactions de contacts sur la microstructure, est aussi discutée. Les approches numériques de types discrètes (« Discrete Element Methods (DEM) »), régulières (la Dynamique Moléculaire) et non-régulières (la Dynamique des Contacts) sont présentées. Plus particulièrement, la méthode

de Dynamique des Contacts sera mise en œuvre sur des exemples simples au travers du code de calcul LMGC90.

## Objectifs

À la fin du cours, l'étudiant est censé être en mesure de

- 1) Reconnaître et comprendre l'importance des matériaux granulaires dans divers contextes technologiques
- 2) Observer, interpréter et décrire le comportement mécanique de systèmes composés de matériaux granulaires à différentes échelles
- 3) Appréhender les principes généraux de la méthode DEM et des approches régulières et non-régulières.
- 4) Utiliser la plate-forme LMGC90 comme outil de simulation des systèmes discrets par méthodes non-régulières

## Pré-requis nécessaires

Dynamique des corps rigides. Outils mathématiques statistiques. Algorithmique et langage Python

## Contrôle des connaissances

- Control continue



- projet

Evaluation au travers d'un projet numérique à mener à son terme (50%).

---

## Syllabus

Le cours est composé de deux grandes parties, elles mêmes composées de plusieurs chapitres.

Partie 1 : Rhéologie des milieux divisés

Chapitre 1 : Introduction et généralité

Chapitre 2 : Interactions à l'échelle des contacts et des particules

Chapitre 3 : Le solide granulaire

Chapitre 4 : Comportement quasi-statique

Chapitre 5 : Microstructure granulaire et micromécanique

Chapitre 6 : Ecoulement granulaires

Evaluation au travers d'un contrôle continu (50%).

Partie 2 : Méthodes numériques

Chapitre 1 : Introduction et généralité

Chapitre 2 : Les schémas numériques

Chapitre 3 : Distinctions entre approches régulières et non régulières

Chapitre 4 : Techniques de détection des contacts

Chapitre 5 : Focus sur la "Non-Smooth Contact Dynamics Method"

Chapitre 6 : Paramètres numériques et méthodes de pré/post processing.

---

## Bibliographie

Ce cours s'appuie sur les deux références suivantes :

[1] B. Andreotti, Y. Forterre, and O. Pouliquen. *Granular Media : Between Fluid and Solid*, Cambridge University Press, 2013.

[2] F. Radjaï and F. Dubois, *Discrete Numerical Modeling of Granular Materials*, Wiley-ISTE, 2011.

## Infos pratiques